



REC'D 1 JUL 2003

Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi
Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N. MI2002 A 001338



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Roma, li 9 MAG 2003

IL FUNZIONARIO

Giampietro Carlotto

Giampietro Carlotto

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA
DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l. codice 129 101 801 52
Residenza MILANO
2) Denominazione _____ codice _____
Residenza _____

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome _____ cod. fiscale _____
denominazione studio di appartenenza _____
via _____ n. _____ città _____ cap _____ (prov) _____

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via BISTOLFI n. 35 città MILANO cap 20134 (prov) MI

D. TITOLO

GENERATORE ELETTROCHIMICO A MEMBRANA CON INIEZIONE DIRETTA DI ACQUA LIQUIDA NEI
REAGENTI GASSOSI

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA _____ N° PROTOCOLLO _____

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

1) Eduardo TRIFONI 3) Giampiero FLEBA
2) Daniele FACCHI 4) Matteo LENARDON

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione _____ tipo di priorità _____ numero di domanda _____ data di deposito _____ allegato S/R _____

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es. _____
Doc. 1) 1 PROV n. pag. 30 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) _____
Doc. 2) 1 PROV n. tav. 10 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) _____
Doc. 3) 1 RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale _____
Doc. 4) 1 RIS designazione inventore _____
Doc. 5) 1 RIS documenti di priorità con traduzione in italiano _____
Doc. 6) 1 RIS autorizzazione o atto di cessione _____
Doc. 7) 1 nominativo completo del richiedente _____

8) attestati di versamento, totale lire

COMPILATO IL 17 06 2002

CONTINUA S/NO SI

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA S/NO SI

FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

Michele Tettamanti, Vice Presidente

UFFICIO PROVINCIALE IND. COMM. ART. DI

MILANO

codice 15

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI2002A 001338

Reg. A

L'anno millenovecento

, il giorno

DICIASSETTE

, del mese di

GIUGNO

Il (I) richiedente (I) sopraindicato (I) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. 01 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

IL DEPOSITANTE



L'UFFICIALE ROGANTE
M. CORTONESI

FOGLIO AGGIUNTIVO n.

di totali

MANDA N.
M12002A 001338

REG. A

N.º

A. RICHIEDENTE (I)

<input type="checkbox"/>	Denominazione		codice	
<input type="checkbox"/>	Residenza			
<input type="checkbox"/>	Denominazione		codice	
<input type="checkbox"/>	Residenza			
<input type="checkbox"/>	Denominazione		codice	
<input type="checkbox"/>	Residenza			
<input type="checkbox"/>	Denominazione		codice	
<input type="checkbox"/>	Residenza			
<input type="checkbox"/>	Denominazione		codice	
<input type="checkbox"/>	Residenza			
<input type="checkbox"/>	Denominazione		codice	
<input type="checkbox"/>	Residenza			

E. INVENTORI DESIGNATI

	cognome nome	cognome nome
5)	Marcello LIOTTA	
6)	Luca MERLO	
7)	Rubén ORNELAS JACOBO	
8)	Antonino TORO	
9)	Fabio TRAINI	

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R

SCIoglimento RISERVE

Data	N° Protocollo

FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

Michele Tettamanzi, Vice Presidente

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2002A 001338 REG. A

DATA DI DEPOSITO

17/12/2002

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

11/11/2003

B. TITOLO

**GENERATORE ELETTROCHIMICO A MEMBRANA CON INIEZIONE DIRETTA DI
ACQUA LIQUIDA NEI REAGENTI GASSOSI**

L. RIASSUNTO

La presente invenzione si riferisce ad un generatore elettrochimico a membrana (1, 100, 200) formato da una pluralità di celle di reazione (2, 201) collegate fra loro in serie elettrica ed assemblate secondo una configurazione bipolare. Secondo la presente invenzione, la termostatazione del generatore elettrochimico a membrana (1, 100, 200) e l'idratazione della membrana (4, 202) sono garantiti dall'iniezione di un fluido di raffreddamento, preferibilmente acqua liquida, nei reagenti gassosi di alimentazione. Tale iniezione avviene attraverso una pluralità di fori calibrati di iniezione fluido (20, 230) realizzati in lastre bipolari conduttive (3, 203) che delimitano le celle di reazione (2, 201).



M. DISEGNO

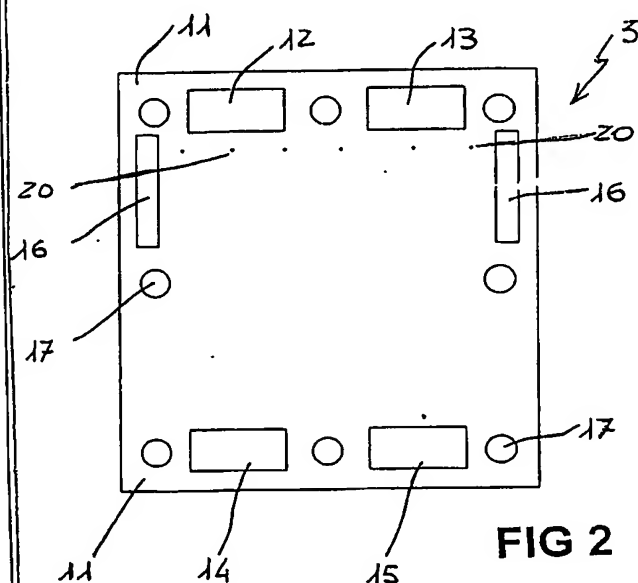


FIG 2

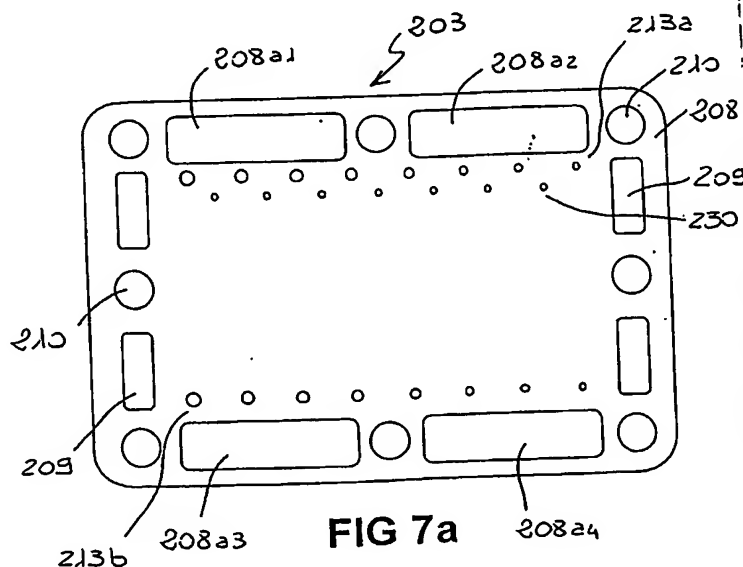
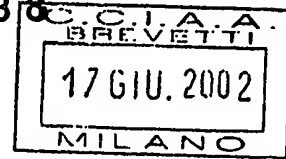


FIG 7a

MI 2002 A 001338



DESCRIZIONE DI INVENZIONE INDUSTRIALE

A nome NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

La presente invenzione si riferisce ad un generatore elettrochimico a membrana con iniezione diretta di acqua liquida nei reagenti gassosi.

Sono noti nella tecnica processi di conversione di energia chimica in energia elettrica basati su generatori elettrochimici a membrana.

In generale, un generatore elettrochimico a membrana è formato da una pluralità di celle di reazione collegate fra loro in serie elettrica ed assemblate secondo una configurazione bipolare.

Ciascuna cella di reazione converte l'energia chimica generata durante la reazione di un combustibile con un comburente senza degradarla completamente allo stato di energia termica, e pertanto senza soggiacere alle limitazioni del ciclo di Carnot. Più specificatamente, il combustibile viene alimentato nella camera anodica della cella di reazione ed è costituito ad esempio da una miscela gassosa ricca di idrogeno o da soluzioni di alcoli leggeri, quali metanolo o etanolo, mentre il comburente è alimentato nella camera catodica della cella stessa ed è costituito ad esempio da aria od ossigeno. Il combustibile viene elettro-ossidato cataliticamente nella camera anodica liberando protoni H^+ ed elettroni e^- che vengono consumati nella camera catodica attraverso una reazione catalitica di elettro-riduzione del comburente, con produzione di acqua. Una membrana a scambio protonico che separa camera anodica e camera catodica permette il flusso continuo dei protoni H^+ dalla camera anodica alla camera catodica impedendo contemporaneamente il passaggio degli elettroni e^- che avviene invece attraverso un circuito

mm

elettrico esterno. In questo modo, la differenza di potenziale elettrico che si crea ai capi della cella di reazione è massima.

Le membrane a scambio protonico comunemente utilizzate nei generatori elettrochimici a membrana sono costituite da un polimero chimicamente inerte, parzialmente funzionalizzato con gruppi in grado di subire, in presenza di acqua liquida, un'idrolisi acido-base con conseguente separazione di carica elettrica. Più precisamente, l'idrolisi in oggetto consiste nel rilascio di ioni positivi (cationi) e nella formazione di cariche fisse negative sul polimero.

Per mantenere le membrane a scambio protonico costantemente idratate in modo da fare avvenire l'idrolisi e quindi la separazione di carica elettrica che permette la conduzione protonica, i reagenti gassosi (combustibile e comburente) sono alimentati nel generatore elettrochimico saturi di vapore d'acqua e ad una temperatura prossima a quella delle celle di reazione attraverso costosi e complessi dispositivi di saturazione, posti esternamente al generatore elettrochimico stesso.

I generatori elettrochimici noti sono anche dotati di appositi dispositivi di raffreddamento che realizzano l'asportazione del calore prodotto durante il funzionamento del generatore stesso, attraverso lo scambio termico con un fluido in circolazione (ad esempio acqua deionizzata). Il calore deve essere efficacemente asportato dal generatore elettrochimico per consentire la termostatazione del generatore stesso non solo per via della limitata stabilità termica delle membrane a scambio protonico, solitamente inadatte ad operare a temperature maggiori di 100°C, ma anche per limitare il più possibile l'evaporazione dell'acqua

prodotta durante la reazione di elettro-riduzione e la sua conseguente asportazione da parte del flusso di inerti e di reagenti non convertiti in uscita dal generatore, con conseguente possibilità di essiccamento della membrana.

Tuttavia, la presenza di questi dispositivi di raffreddamento rende ancora più complessi e costosi i generatori elettrochimici noti.

Una soluzione nota per ovviare a questi inconvenienti è descritta nella domanda di brevetto internazionale WO 00/63992 della stessa richiedente che prevede l'iniezione diretta di un flusso calibrato di acqua liquida in un generatore elettrochimico a membrana costituito da celle di reazione aventi un materiale reticolato, del tipo descritto nel brevetto US-5,482,792, posto all'interno delle camere anodiche e catodiche. Il flusso calibrato di acqua liquida evaporando parzialmente all'interno del materiale reticolato, sfruttando l'elevato sviluppo superficiale, provvede contemporaneamente all'umidificazione dei reagenti gassosi e alla termostatazione del generatore elettrochimico senza usare due distinti dispositivi e quindi limitando i costi e la complessità del generatore stesso.

La soluzione nota sopradescritta pur essendo vantaggiosa sotto vari aspetti presenta tuttavia alcuni inconvenienti.

In particolare, l'iniezione del flusso calibrato di acqua liquida avviene perifericamente all'area attiva di ciascuna cella di reazione e trasversalmente al flusso dei reagenti gassosi. Tale modalità di iniezione dell'acqua liquida, a causa della ridotta quantità di moto della stessa e dei fenomeni di adesione alle pareti delle guarnizioni di tenuta, può determinare una non uniforme distribuzione dell'acqua all'interno dell'area

mm

attiva di ciascuna cella, con conseguente formazione di zone non bagnate, calde e in imminente disidratazione. Ciò ha l'effetto di provocare l'essiccamento delle membrane e quindi la diminuzione della loro vita utile oltre a disincentivare il meccanismo evaporativo dell'acqua, con conseguente incremento della portata del flusso di acqua liquida necessario alla termostatazione del generatore elettrochimico.

Scopo della presente invenzione è realizzare un generatore elettrochimico a membrana, che sia privo degli inconvenienti descritti.

Secondo la presente invenzione viene realizzato un generatore elettrochimico a membrana, come definito nella rivendicazione 1.

Per una migliore comprensione dell'invenzione, ne viene ora descritta una forma di realizzazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 mostra una vista laterale esplosa di una prima forma di realizzazione di un generatore elettrochimico a membrana secondo l'invenzione;

- la figura 2, mostra una vista frontale di un componente del generatore elettrochimico di figura 1;

- le figure 3a, 3b, 3c mostrano viste frontali di realizzazioni di ulteriori componenti del generatore elettrochimico di figura 1;

- la figura 4 mostra una vista laterale esplosa di una seconda forma di realizzazione di un generatore elettrochimico a membrana secondo l'invenzione;

- le figure 5a, 5b mostrano viste frontali di due diverse realizzazioni di un componente del generatore elettrochimico di figura 4;



mm

- la figura 6 mostra una vista laterale di una porzione di una terza forma di realizzazione di un generatore elettrochimico a membrana secondo l'invenzione;

- le figure 7a, 7b mostrano viste frontali di un componente del generatore elettrochimico di figura 6;

- le figure 8a, 8b mostrano viste frontali di un ulteriore componente del generatore elettrochimico di figura 6;

- le figure 9a, 9b illustrano viste frontali di una diversa realizzazione del componente mostrato nelle figure 8a e 8b;

- le figure 10a, 10b illustrano viste frontali di una diversa realizzazione del componente mostrato nelle figure 7a e 7b;

- le figure 11a, 11b illustrano viste frontali di una diversa realizzazione del componente mostrato nelle figure 8a e 8b; e

- le figure 12a, 12b illustrano viste frontali di una diversa realizzazione del componente mostrato nelle figure 9a e 9b.

La figura 1 mostra una prima forma di realizzazione di un generatore elettrochimico a membrana secondo l'invenzione. Il generatore elettrochimico 1 comprende una pluralità di celle di reazione 2 che sono collegate fra loro in serie ed assemblate secondo una configurazione di tipo filtro-pressa.

Più in dettaglio, ciascuna cella di reazione 2 è limitata da una coppia di lastre bipolari conduttive 3, a facce piane, fra le quali sono compresi, procedendo dall'interno verso l'esterno, la membrana 4 a scambio protonico; una coppia di elettrodi porosi 5; una coppia di strati catalitici 6 depositati all'interfaccia fra la membrana 4 e ciascuno degli

mm

elettrodi porosi 5; una coppia di collettori/distributori di corrente 7, realizzati tramite un elemento metallico reticolato del tipo descritto nel brevetto US-5,482,792, che collegano elettricamente le lastre bipolari conduttive 3 agli elettrodi porosi 5 e contemporaneamente distribuiscono i reagenti gassosi; una coppia di guarnizioni di tenuta 8a, 8b formata da una guarnizione di tenuta anodica 8a e da una guarnizione di tenuta catodica 8b. La guarnizione di tenuta anodica 8a è destinata a sigillare la periferia della camera anodica 9 della cella di reazione 2 al fine di evitare la fuga del combustibile (in particolare idrogeno), mentre la guarnizione di tenuta catodica 8b è destinata a sigillare la periferia della camera catodica 10 della cella di reazione 2 al fine di evitare la fuga del comburente (in particolare aria). Le guarnizioni di tenuta anodica e catodica 8a, 8b sono anche destinate a realizzare la sede dei collettori/distributori di corrente 7.

Come mostrato in figura 2, le lastre bipolari conduttive 3 hanno forma sostanzialmente rettangolare e presentano ciascuna una porzione perimetrale 11 dotata di: prime e seconde aperture superiori 12, 13 per il passaggio dei reagenti gassosi, rispettivamente combustibile e comburente; prime e seconde aperture inferiori 14, 15 per lo scarico dei prodotti di reazione miscelati con gli eventuali reagenti residui; aperture laterali 16 per il passaggio di un fluido di raffreddamento, in particolare acqua liquida. La porzione perimetrale 11 è anche provvista di una pluralità di fori 17 per l'alloggiamento di tiranti tramite i quali viene realizzato il serraggio del generatore elettrochimico 1.

Durante l'assemblaggio del generatore elettrochimico 1, l'accoppiamento fra le prime e le seconde aperture superiori 12, 13 di tutte

mm

le lastre bipolari conduttive 3 determina la formazione di due condotti longitudinali superiori 18 mentre l'accoppiamento fra le prime e le seconde aperture inferiori 14, 15 di tutte le lastre bipolari conduttive 3 determina la formazione di due condotti longitudinali inferiori 19. I due condotti longitudinali superiori 18, di cui uno solo è mostrato in figura 1, definiscono i condotti di alimentazione dei reagenti gassosi mentre i due condotti longitudinali inferiori 19, di cui uno solo è mostrato in figura 1, definiscono i condotti di scarico dei prodotti di reazione miscelati con gli eventuali reagenti residui. Alternativamente, i condotti longitudinali inferiori 19 possono essere utilizzati come condotti di alimentazione, ed i condotti longitudinali superiori 18 come condotti di scarico. E' anche possibile alimentare uno dei due reagenti gassosi attraverso uno dei condotti longitudinali superiori 18, utilizzando il corrispettivo condotto longitudinale inferiore 19 per lo scarico ed alimentare l'altro reagente gassoso attraverso l'altro condotto longitudinale inferiore 19 utilizzando il corrispettivo condotto longitudinale superiore 18 per lo scarico.

Inoltre, l'accoppiamento fra le aperture laterali 16 di tutte le lastre bipolari conduttive 3 determina la formazione di condotti laterali, non mostrati in figura 1, per il passaggio dell'acqua liquida.

Ciascuna lastra bipolare conduttiva 3 è anche dotata di una pluralità di fori calibrati di iniezione fluido 20, aventi tutti lo stesso diametro (ad esempio compreso fra 0,2mm + 1mm), attraverso i quali l'acqua liquida che fluisce nei condotti laterali del generatore elettrochimico 1 viene iniettata all'interno delle celle di reazione 2, come sarà meglio spiegato in seguito. I fori calibrati di iniezione fluido 20 sono

mn

allineati fra loro al fine di garantire un'equa distribuzione dell'acqua liquida e sono posti al di sotto delle prime e seconde aperture superiori 12, 13.

Come mostrato nelle figure 3a, 3b, 3c le guarnizioni di tenuta anodica e catodica 8a, 8b di ciascuna cella di reazione 2 hanno forma sostanzialmente rettangolare e presentano rispettive prime e seconde aperture superiori 8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂, per il passaggio dei reagenti gassosi; rispettive prime e seconde aperture inferiori 8a₃, 8a₄, 8b₃, 8b₄, per lo scarico dei prodotti di reazione miscelati con gli eventuali reagenti residui; rispettive aperture laterali 8a₅, 8b₅ per il passaggio dell'acqua liquida.

Più in dettaglio, le prime aperture superiori 8a₁ (attraverso cui passa il combustibile) e le seconde aperture inferiori 8a₄ della guarnizione anodica 8a sono collegate alla camera anodica 9 attraverso, rispettivamente, canali di distribuzione 21a e canali di scarico 21b, ricavati nello spessore della guarnizione di tenuta anodica stessa (figura 3a). A loro volta, le seconde aperture superiori 8b₂ (attraverso cui passa il comburente) e le prime aperture inferiori 8b₃ della guarnizione di tenuta catodica 8b sono collegate alla camera catodica 10 attraverso rispettivamente canali di distribuzione 23a e canali di scarico 23b, ricavati nello spessore della guarnizione di tenuta catodica stessa (figura 3b). I canali di distribuzione e di scarico 21a, 21b, 23a e 23b hanno una struttura a pettine che consente loro di distribuire e raccogliere in modo uniforme all'interno di ciascuna cella di reazione 2 i reagenti gassosi e i prodotti di reazione, questi ultimi miscelati con gli eventuali reagenti residui. La guarnizione di tenuta anodica 8a è anche dotata di canali di raccolta fluido 22 collegati con le aperture laterali 8a₅. Opzionalmente



mm

canali di raccolta fluido 22 possono essere anche collegati ai canali di distribuzione 21a (figura 3c).

In configurazione filtro-pressa le prime e le seconde aperture superiori 8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂ delle guarnizioni di tenuta anodica e catodica 8a, 8b formano in unione con le prime e le seconde aperture superiori 12, 13 delle lastre bipolari conduttive 3 i due condotti longitudinali superiori 18; le prime e le seconde aperture inferiori 8a₃, 8a₄, 8b₃, 8b₄ delle guarnizioni di tenuta anodica e catodica 8a, 8b formano in unione con le prime e le seconde aperture inferiori 14, 15 delle lastre bipolari conduttive 3 i due condotti longitudinali inferiori 19; le aperture laterali 8a₅, 8b₅ delle guarnizioni di tenuta anodica e catodica 8a, 8b formano in unione con le aperture laterali 16 delle lastre bipolari conduttive 3 i condotti laterali di alimentazione dell'acqua liquida.

Inoltre, in configurazione filtro-pressa, i canali di raccolta fluido 22 di cui è provvista la guarnizione di tenuta anodica 8a si trovano in corrispondenza dei fori calibrati di iniezione fluido 20 che a loro volta si trovano ciascuno in corrispondenza di un canale di distribuzione 23a della guarnizione di tenuta catodica 8b.

Le guarnizioni di tenuta anodica e catodica 8a, 8b sono anche provviste di una pluralità di fori 24 per l'alloggiamento dei tiranti tramite i quali viene realizzato il serraggio del generatore elettrochimico 1.

A sua volta, il generatore elettrochimico 1 è delimitato da due lastre terminali conduttive 25 (figura 1), una delle quali è provvista di bocchelli, non mostrati in figura 1, per la connessione idraulica dei condotti longitudinali superiori ed inferiori 18 e 19 e dei condotti laterali. Inoltre,

mm

entrambe le lastre terminali conduttive 25 sono provviste di appositi fori (anch'essi non mostrati in figura 1) per l'alloggiamento dei tiranti.

Operativamente, il flusso di acqua liquida alimentato attraverso i condotti laterali del generatore elettrochimico 1 fluisce nei canali di raccolta fluido 22 delle guarnizioni di tenuta anodiche 8a e da qui, attraverso i fori calibrati di iniezione fluido 20, viene iniettato nei flussi reattivi catodici entranti nelle celle di reazione 2 adiacenti.

Alternativamente, se le guarnizioni di tenuta anodiche 8a hanno una struttura uguale a quella mostrata in figura 3b e le guarnizioni di tenuta catodiche 8b hanno una struttura uguale a quella mostrata in figura 3a il flusso di acqua liquida fluisce nei canali di raccolta fluido 22, questa volta ricavati nelle guarnizioni di tenuta catodiche 8b, e da qui, attraverso i fori calibrati di iniezione fluido 20, viene iniettato nei flussi reattivi anodici entranti nelle celle di reazione 2 adiacenti.

In entrambe i casi, la termostatazione del generatore elettrochimico 1 e l'umidificazione della membrana 4 sono realizzate dall'evaporazione del flusso di acqua liquida attraverso l'elemento metallico reticolato che realizza il collettore/distributore di corrente 7.

In figura 4 nella quale parti uguali a quelle già illustrate con riferimento alle figure 1, 2 e 3 sono state dotate degli stessi numeri di riferimento, è mostrata una seconda forma di realizzazione di un generatore elettrochimico a membrana secondo l'invenzione. Il generatore elettrochimico 100 è del tutto simile al generatore elettrochimico 1 tranne per il fatto di comprendere una pluralità di celle aggiuntive 101, interposte fra le celle di reazione 2 in rapporto 1:1.

Con riferimento alla figura 5a, le celle addizionali 101 hanno forma sostanzialmente rettangolare e dimensioni uguali a quelle delle celle di reazione 2 e comprendono, ciascuna, una porzione perimetrale 102a, che funge da superficie di separazione per i due reagenti gassosi ed una porzione centrale cava 102b per realizzare la sede del collettore/distributore di corrente 7. La porzione perimetrale 102a è dotata di prime e seconde aperture superiori 103a₁, 103a₂, prime e seconde aperture inferiori 103b₁, 103b₂ e aperture laterali 104 poste in corrispondenza delle prime e seconde aperture superiori 103a₁, 103a₂.

In configurazione filtro-prensa le prime e le seconde aperture superiori 103a₁, 103a₂ delle celle addizionali 101 formano in unione con le prime e le seconde aperture superiori 8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂ delle guarnizioni di tenuta anodica e catodica 8a, 8b che, in questo caso, hanno struttura uguale fra loro e a quella mostrata in figura 3b, e con le prime e le seconde aperture superiori 12, 13 delle lastre bipolari conduttive 3, i due condotti longitudinali superiori 18; le prime e le seconde aperture inferiori 103b₁, 103b₂ delle celle addizionali 101 formano in unione con le prime e le seconde aperture inferiori 8a₃, 8a₄, 8b₃, 8b₄ delle guarnizioni di tenuta anodica e catodica 8a, 8b e con le prime e le seconde aperture inferiori 14, 15 delle lastre bipolari conduttive 3, i due condotti longitudinali inferiori 19. A loro volta, le aperture laterali 104 delle celle addizionali 101 formano in unione con le aperture laterali 8a₅, 8b₅ delle guarnizioni di tenuta anodica e catodica 8a, 8b e con le aperture laterali 16 delle lastre bipolari conduttive 3 i condotti laterali di alimentazione dell'acqua liquida. La

porzione perimetrale 102a è anche provvista di una pluralità di fori 105 per l'alloggiamento dei tiranti.

Inoltre, su entrambe le facce della porzione perimetrale 102a è presente un canale di raccolta fluido 106 collegato alle aperture laterali 104 e posto al di sotto delle prime e seconde aperture superiori 103a₁, 103a₂. In configurazione filtro-prensa il canale di raccolta fluido 106 si trova in corrispondenza dei fori calibrati di iniezione fluido 20 delle lastre bipolari conduttive 3.

Operativamente, il flusso di acqua liquida alimentato attraverso i condotti laterali del generatore elettrochimico 100 fluisce nel canale di raccolta fluido 106 e da qui, attraverso i fori calibrati di iniezione fluido 20, viene iniettato nei flussi reattivi entranti nelle celle di reazione 2 adiacenti.

In alternativa, il canale di raccolta fluido 106 può essere formato da due porzioni laterali 107, 108, collegate con le aperture laterali 104, queste ultime realizzate in corrispondenza delle prime e seconde aperture inferiori 103b₁, 103b₂ (figura 5b).

In questo caso, il flusso di acqua liquida prima di raggiungere i fori calibrati di iniezione fluido 20 ed essere iniettato nelle celle di reazione 2, entra nelle due porzioni laterali 107, 108 del canale di raccolta fluido 106 per poi attraversare tutta la superficie del collettore/distributore di corrente 7 della cella addizionale 101 pre-riscaldandosi in controcorrente o in equicorrente rispetto ad almeno uno dei flussi reattivi entranti nelle celle di reazione 2. In questo modo le celle addizionali 101 operano da celle di raffreddamento del generatore elettrochimico 100.



mur

La figura 6 mostra una sezione trasversale di una terza forma di realizzazione, secondo l'invenzione, di un generatore elettrochimico a membrana. Il generatore elettrochimico 200, di cui in figura 6 è mostrata solo una porzione, è formato da una pluralità di celle di reazione 201 e di celle addizionali 202 che sono collegate fra loro in serie ed assemblate secondo una configurazione di tipo filtro-pressa; ciascuna cella addizionale 202 essendo interposta fra una coppia di celle di reazione 201.

Più in dettaglio, ciascuna cella di reazione 201 è limitata da una coppia di lastre bipolari conduttive 203 a facce piane fra le quali sono compresi, procedendo dall'interno verso l'esterno, una membrana 204 a scambio protonico; una coppia di elettrodi porosi 205; una coppia di collettori/distributori di corrente 206 che collegano elettricamente le lastre bipolari conduttive 203 agli elettrodi porosi 205; una coppia di guarnizioni di tenuta 207 destinate a sigillare la periferia della cella di reazione 201 al fine di evitare la fuga dei reagenti gassosi.

Le lastre bipolari conduttive 203, mostrate nelle figure 7a, 7b, hanno forma sostanzialmente rettangolare e spessore tipicamente pari a 0,1+0,4 mm. Esse presentano una porzione perimetrale 208 dotata di prime e seconde aperture superiori 208a₁, 208a₂, prime e seconde aperture inferiori 208b₁, 208b₂ e aperture laterali 209. La porzione perimetrale 208 è anche provvista di una pluralità di fori 210 per l'alloggiamento dei tiranti tramite i quali viene realizzato il serraggio del generatore elettrochimico 200.

mm

Durante l'assemblaggio del generatore elettrochimico 200, l'accoppiamento fra le prime e le seconde aperture superiori 208a₁, 208a₂ di tutte le lastre bipolari conduttive 203 determina la formazione di due condotti longitudinali superiori 211 mentre l'accoppiamento fra le prime e le seconde aperture inferiori 208b₁, 208b₂ di tutte le lastre bipolari conduttive 203 determina la formazione di due condotti longitudinali inferiori 212. I due condotti longitudinali superiori 211, di cui uno solo è mostrato in figura 6, definiscono i condotti di alimentazione dei reagenti gassosi (combustibile e comburente) mentre i due condotti longitudinali inferiori 212, di cui uno solo è mostrato in figura 6, definiscono i condotti di scarico dei prodotti di reazione miscelati con gli eventuali reagenti residui. Alternativamente, i condotti longitudinali inferiori 212 possono essere utilizzati come condotti di alimentazione, ed i condotti longitudinali superiori 211 come condotti di scarico. E' anche possibile alimentare uno dei due reagenti gassosi attraverso uno dei condotti longitudinali superiori 211, utilizzando il corrispettivo condotto longitudinale inferiore 212 per lo scarico ed alimentare l'altro reagente gassoso attraverso l'altro condotto longitudinale inferiore 212 utilizzando il corrispettivo condotto longitudinale superiore 211 per lo scarico.

Inoltre, l'accoppiamento fra le aperture laterali 209 di tutte le lastre bipolari conduttive 203 determina la formazione di condotti laterali, non mostrati in figura 6, per il passaggio dell'acqua liquida.

Come mostrato in figura 7b, le guarnizioni di tenuta 207 sono riportate su una sola faccia di ciascuna lastra bipolare conduttiva 203 mediante stampaggio (iniezione o compressione), ancoraggio meccanico

mm

o incollaggio. Esse realizzano la sede dei collettori/distributori di corrente 206 oltre a delimitare l'area attiva delle celle di reazione 201.

In particolare, le guarnizioni di tenuta 207 sono realizzate con un materiale morbido, ad esempio silicone, elastomero, etc, e presentano uno spessore finale che può variare da qualche decimo di millimetro a pochi millimetri.

Ciascuna lastra bipolare conduttiva 203 è anche provvista di una pluralità di fori calibrati superiori 213a e di una pluralità di fori calibrati inferiori 213b di diametro compreso fra 0,1mm + 5mm. Attraverso la pluralità di fori calibrati superiori 213a fluiscono i reagenti gassosi provenienti dalla cella addizionale 202 adiacente, mentre attraverso la pluralità di fori calibrati inferiori 213b fuoriescono dalla cella di reazione 201 i prodotti di reazione e i reagenti residui, come verrà spiegato più dettagliatamente in seguito. I fori calibrati superiori 213a sono allineati fra loro al fine di garantire un'equa distribuzione dei reagenti gassosi e sono posti al di sotto delle prime e seconde aperture superiori 208a₁, 208a₂. A loro volta i fori calibrati inferiori 213b sono allineati fra loro e sono posti al di sopra delle prime e seconde aperture inferiori 208b₁, 208b₂. Entrambi i fori calibrati superiori 213a e inferiori 213b sono posti ad una distanza dalla guarnizione di tenuta 207 pari a circa 1mm al fine di sfruttare al meglio l'area attiva della cella di reazione 201.

Inoltre, ciascuna lastra bipolare conduttiva 203 è dotata di una pluralità di fori calibrati di iniezione fluido 230, aventi tutti lo stesso diametro (ad esempio compreso fra 0,2mm + 1mm), attraverso i quali l'acqua liquida che proviene dalla cella addizionale 202 adiacente viene

mm

iniettata all'interno della cella di reazione 201. I fori calibrati di iniezione fluido 230 sono allineati fra loro al fine di garantire un'equa distribuzione dell'acqua liquida e sono posti al di sotto dei fori calibrati superiori 213a.

Facendo ora riferimento alle figure 8a, 8b, ciascuna cella addizionale 202 ha forma sostanzialmente rettangolare e dimensioni uguali a quelle della cella di reazione 201. Ogni cella addizionale 202 comprende una porzione perimetrale rigida 202a, realizzata in plastica o metallo, che funge da superficie di separazione per i due reagenti gassosi ed una porzione centrale 202b cava per realizzare la sede del collettore/distributore di corrente 206. La porzione perimetrale rigida 202a è dotata di prime e seconde aperture superiori 214a₁, 214a₂, prime e seconde aperture inferiori 214b₁, 214b₂ e aperture laterali 215. In configurazione filtro-prensa le prime e le seconde aperture superiori 214a₁, 214a₂ delle celle addizionali 202 formano in unione con le prime e seconde aperture superiori 208a₁, 208a₂ delle lastre bipolari conduttive 203 i due condotti longitudinali superiori 211 mentre le prime e le seconde aperture inferiori 214b₁, 214b₂ delle celle addizionali 202 formano in unione con le prime e seconde aperture inferiori 208b₁, 208b₂ delle lastre bipolari conduttive 203 i due condotti longitudinali inferiori 212. A loro volta le aperture laterali 215 delle celle addizionali 202 formano in unione con le aperture laterali 209 delle lastre bipolari conduttive 203 i condotti di alimentazione dell'acqua liquida. La porzione perimetrale rigida 202a è anche provvista di una pluralità di fori 216 per l'alloggiamento dei tiranti.

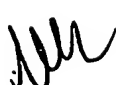
Inoltre, ciascuna cella addizionale 202 comprende guarnizioni 201 che sono riportate su entrambe le facce della porzione perimetrale rigida



Man

202a in modo da definire su ciascuna faccia della porzione perimetrale stessa: un canale di raccolta dei reagenti gassosi 218a posto al di sotto delle prime e seconde aperture superiori 214a₁, 214a₂; un canale di raccolta dei prodotti di reazione e dei reagenti residui 218b posto al di sopra delle prime e seconde aperture inferiori 214b₁, 214b₂; un canale di alimentazione 219 per collegare una delle due aperture superiori 214a₁, 214a₂ al canale di raccolta dei reagenti gassosi 218a; un canale di scarico 220 per collegare il canale di raccolta dei prodotti di reazione e dei reagenti residui 218b ad una delle aperture inferiori 214b₁, 214b₂; un canale di raccolta fluido 221 posto al di sotto del canale di raccolta dei reagenti gassosi 218a e collegante le aperture laterali 209. In configurazione filtro-prensa il canale di raccolta dei reagenti gassosi 218a si trova in corrispondenza dei fori calibrati superiori 213a, il canale di raccolta dei prodotti di reazione e dei reagenti residui 218b si trova in corrispondenza dei fori calibrati inferiori 213b mentre il canale di raccolta fluido 221 si trova in corrispondenza dei fori calibrati di iniezione fluido 230. Le guarnizioni 217 sigillano il canale di raccolta dei reagenti gassosi 218a, il canale di raccolta dei prodotti di reazione e dei reagenti residui 218b ed il canale di raccolta fluido 221 in modo da impedire il passaggio dei reagenti gassosi, dei prodotti di reazione e dei reagenti residui e dell'acqua liquida all'interno della cella addizionale 202.

Inoltre, le guarnizioni 217 sono realizzate con un materiale morbido (silicone, elastomero etc.) compatibile con i carichi di serraggio/assemblaggio imposti dalle guarnizioni di tenuta 207 della cella di reazione 201 e sono riportate sulla porzione perimetrale rigida 202a



mediante stampaggio (iniezione o compressione), ancoraggio meccanico o incollaggio.

Il generatore elettrochimico 200 opera come segue. I reagenti gassosi (combustibile e comburente) che sono alimentati nel generatore elettrochimico 200 attraverso i condotti longitudinali superiori 211 fluiscono nei canali di raccolta dei reagenti gassosi 218a attraverso i canali di alimentazione 219. Da qui, i reagenti gassosi, non potendo fluire all'interno delle celle addizionali 202, essendo i canali di raccolta dei reagenti gassosi 218a sigillati mediante le guarnizioni 217, passano attraverso la pluralità di fori calibrati superiori 213a posti sulle lastre bipolari conduttive 203 delle celle di reazione 201 adiacenti. In questo modo i reagenti gassosi raggiungono l'area attiva delle celle di reazione 201 dove avviene la reazione vera e propria.

A loro volta, i prodotti di reazione e i reagenti residui prodotti nelle celle di reazione 201 passano attraverso la pluralità di fori calibrati inferiori 213b posti sulle lastre bipolari conduttive 203 delle celle di reazione stesse raggiungendo i canali di raccolta dei prodotti di scarico 218b delle celle addizionali 202 adiacenti. Da qui, attraverso i canali di scarico 220 fuoriescono dal generatore elettrochimico 200.

Inoltre, secondo la presente invenzione, il flusso di acqua liquida alimentato attraverso i condotti laterali del generatore elettrochimico 200 fluisce nei canali di raccolta fluido 221 e da qui, attraverso i fori calibrati di iniezione fluido 230, viene iniettato nei flussi reattivi entranti nelle celle di reazione 201 adiacenti provvedendo all'umidificazione della membrana 204 e alla termostatazione del generatore elettrochimico 200.

Am

In alternativa al canale di raccolta fluido 221, la cella addizionale 202 può comprendere due canali laterali di raccolta fluido (222, 223) collegati alle aperture laterali 215 e posti al di sopra del canale di raccolta dei prodotti di scarico 218b (figure 9a, 9b).

In questo caso, il flusso di acqua liquida prima di raggiungere i fori calibrati di iniezione fluido 230 ed essere iniettato nelle celle di reazione 201, entra attraverso i due canali laterali di raccolta fluido 222, 223 per poi attraversare tutta la superficie del collettore/distributore di corrente 206 della cella addizionale 202 pre-riscaldandosi in controcorrente o in equicorrente rispetto ad almeno uno dei flussi reattivi entranti nelle celle di reazione 201. In questo modo le celle addizionali 202 operano come celle di raffreddamento del generatore elettrochimico 200.

Inoltre, come mostrato nelle figure 10a, 10b, i fori calibrati di iniezione fluido 230 di ciascuna lastra bipolare conduttiva 203 possono essere posti al di sopra (invece che al di sotto) dei fori calibrati superiori 213a. In questo caso il canale di raccolta fluido 221 è posto al di sopra del canale di raccolta dei reagenti gassosi 218a (figure 11a, 11b).

In alternativa, oltre al canale di raccolta fluido 221 la cella addizionale 202 può comprendere un primo ed un secondo canale laterale 224, 225, posti al di sopra del canale di raccolta dei prodotti di scarico 218b, ed un terzo ed un quarto canale laterale 226, 227 posti al di sotto del canale di raccolta dei reagenti gassosi 218a (figure 12a, 12b).

In questo caso, il flusso di acqua liquida prima di raggiungere i fori calibrati di iniezione fluido 230 ed essere iniettato nelle celle di reazione 201, entra nel primo e nel secondo canale laterale 224, 225 ed esce dal

mm

terzo e dal quarto canale laterale 226, 227 attraversando il collettore/distributore di corrente 206 della cella addizionale 202 in modo da pre-riscaldarsi in controcorrente o in equicorrente rispetto ad almeno uno dei flussi reattivi alimentati nelle celle di reazione 201.

I vantaggi ottenibili con i generatori elettrochimici descritti sono i seguenti.

In primo luogo, i fori calibrati di iniezione fluido 20, 230 permettono di ottenere una distribuzione uniforme del flusso calibrato di acqua liquida all'interno delle celle di reazione 2, 201. In questo modo, il raffreddamento dei generatori elettrochimici 1, 100, 200 così come l'idratazione delle membrane a scambio protonico 4, 204 risultano più uniformi, con l'effetto di incrementare la vita utile delle membrane stesse oltre ad incentivare il meccanismo evaporativo dell'acqua liquida, riducendone così la portata necessaria per termostatare i generatori stessi.

Inoltre, il pre-riscaldamento del flusso di acqua liquida realizzato utilizzando le celle addizionali mostrate nelle figure 5b, 9a, 9b e 12a, 12b amplifica i vantaggi sopra esposti poiché incentiva maggiormente il meccanismo evaporativo dell'acqua liquida consentendo di ridurre ulteriormente il tempo di raggiungimento di condizioni stazionarie all'avvio dei generatori elettrochimici 1, 100, 200.

Risulta infine evidente che ai generatori elettrochimici descritti possono essere apportate modifiche e varianti, senza uscire dall'ambito della presente invenzione.



RIVENDICAZIONI

1. Generatore elettrochimico a membrana (1, 100, 200) alimentato con reagenti gassosi e comprendente una pluralità di celle di reazione (2, 201) collegate fra loro in serie, ciascuna cella di reazione (2, 201) essendo delimitata da lastre bipolari conduttive (3, 203) fra le quali è compresa una membrana (4, 204) a scambio protonico, caratterizzato dal fatto che dette lastre bipolari conduttive (3, 203) comprendono una pluralità di fori calibrati di iniezione fluido (20, 230) per l'iniezione di un flusso calibrato di un fluido di raffreddamento all'interno di dette celle di reazione (2, 201).

2. Generatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che ciascuna di dette celle di reazione (2, 201) è formata da una camera anodica (9) e da una camera catodica (10) separate da detta membrana (4, 204), detta camera anodica (9) e detta camera catodica (10) comprendendo ciascuna un elemento reticolato elettricamente conduttivo (7, 206) all'interno del quale detto flusso calibrato di detto fluido di raffreddamento evapora parzialmente provvedendo contemporaneamente all'umidificazione di detti reagenti gassosi e alla termostatazione di detto generatore elettrochimico a membrana (1, 100, 200).

3. Generatore secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detti fori calibrati di iniezione fluido (20, 230) sono allineati fra loro e posti in corrispondenza di aperture di alimentazione (12, 13, 208a₁, 208a₂) per l'alimentazione di detti reagenti gassosi e di aperture laterali (16, 209) per l'alimentazione di detto fluido di raffreddamento, dette aperture di alimentazione (12, 13, 208a₁, 208a₂) e dette aperture laterali

mm

(16, 209) essendo ricavate in una porzione perimetrale (11, 208) di dette lastre bipolari conduttive (3, 203).

4. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-3, caratterizzato dal fatto che detti fori calibrati di iniezione fluido (20, 230) hanno diametro uguale fra loro e compreso fra 0,2mm + 1mm.

5. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che dette lastre bipolari conduttive (3) sono interposte fra una coppia di guarnizioni di tenuta (8a, 8b) di due celle di reazione (2) adiacenti, dette guarnizioni di tenuta (8a, 8b) realizzando ciascuna una sede per un rispettivo elemento reticolato elettricamente conduttivo (7) e comprendendo:

- rispettive aperture di alimentazione (8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂) per il passaggio di detti reagenti gassosi;
- rispettive aperture laterali (8a₅, 8b₅) per il passaggio di detto fluido di raffreddamento;
- rispettivi canali di distribuzione (21a, 23a) per collegare dette rispettive aperture di alimentazione (8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂) a detto rispettivo elemento reticolato elettricamente conduttivo (7).

6. Generatore secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che almeno una di dette guarnizioni di tenuta (8a, 8b) comprende rispettivi canali di raccolta fluido (22) collegati a dette rispettive aperture laterali (8a₅, 8b₅), detti canali di raccolta fluido (22) essendo interposti fra dette rispettive aperture di alimentazione (8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂) e detti rispettivi canali di distribuzione (21a, 23a) ed essendo atti a raccogliere detto fluido di raffreddamento.

7. Generatore secondo la rivendicazione 5 caratterizzato dal fatto che almeno una di dette guarnizioni di tenuta (8a, 8b) comprende rispettivi canali di raccolta fluido (22) collegati a dette rispettive aperture laterali (8a₅, 8b₅) e a detti rispettivi canali di distribuzione (21a, 23a), detti rispettivi canali di raccolta fluido (22) essendo interposti fra dette rispettive aperture di alimentazione (8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂) e detti rispettivi canali di distribuzione (21a, 23a) ed essendo atti a raccogliere detto fluido di raffreddamento.

8. Generatore secondo la rivendicazione 6 o 7, caratterizzato dal fatto che in configurazione filtro-prensa detti canali di raccolta fluido (22) presenti su almeno una delle guarnizioni di tenuta (8a, 8b) sono sovrapposti a detti fori calibrati di iniezione fluido (20) e che detti fori calibrati di iniezione fluido (20) si trovano ciascuno in corrispondenza di un canale di distribuzione (21a, 23a) ricavato sull'altra guarnizione di tenuta (8a, 8b).

9. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-4, caratterizzato dal fatto di comprendere una pluralità di celle addizionali (101), ciascuna cella addizionale (101) essendo interposta fra una coppia di celle di reazione (2), realizzando una sede per un rispettivo elemento reticolato elettricamente conduttivo (7) e comprendendo una porzione perimetrale (102a) in cui sono ricavate:

- aperture laterali (104) per il passaggio di detto fluido di raffreddamento;
- almeno un canale di raccolta fluido (106) collegato a dette aperture laterali (104) ed atto a raccogliere detto fluido di raffreddamento;

Handwritten signature

- aperture di alimentazione (103a₁, 103a₂) per il passaggio di detti reagenti gassosi;
- aperture di scarico (103b₁, 103b₂) per lo scarico di prodotti di reazione e di reagenti residui.

10. Generatore secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detto canale di raccolta fluido (106) è posto al di sotto di dette aperture di alimentazione (103a₁, 103a₂).

11. Generatore secondo la rivendicazione 9 o 10, caratterizzato dal fatto che, in configurazione filtro-pressa, detto canale di raccolta fluido (106) è sovrapposto a detti fori calibrati di iniezione fluido (20) di dette lastre bipolari conduttive (3).

12. Generatore secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detto canale di raccolta fluido (106) è formato da una prima ed una seconda porzione laterale (107, 108) poste al di sopra di dette aperture di scarico (103b₁, 103b₂).

13. Generatore secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detto fluido di raffreddamento prima di raggiungere detti fori di iniezione fluido (20) attraversa tutta la superficie di detto rispettivo elemento reticolato elettricamente conduttivo (7) pre-riscaldandosi in controcorrente o in equicorrente rispetto ad almeno un flusso gassoso entrante in dette celle di reazione (2).

14. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-4, caratterizzato dal fatto che dette lastre bipolari conduttive (203) comprendono una pluralità di primi fori calibrati (213a) per il passaggio di detti reagenti gassosi ed una pluralità di secondi fori calibrati (213b) per lo



mm

scarico di prodotti di reazione e di eventuali reagenti residui e che detta pluralità di fori calibrati di iniezione fluido (230) sono posti in corrispondenza di detta pluralità di primi fori calibrati (213a).

15. Generatore secondo la rivendicazione 14, caratterizzato dal fatto che detti primi fori calibrati (213a) sono allineati fra loro e posti in corrispondenza di dette aperture di alimentazione (208a₁, 208a₂) di dette lastre bipolari conduttive (203) e che detti secondi fori calibrati (213b) sono allineati fra loro e posti in corrispondenza di aperture di scarico (208b₁, 208b₂) ricavate su detta porzione perimetrale (208) di dette lastre bipolari conduttive (203).

16. Generatore secondo la rivendicazione 14 o 15, caratterizzato dal fatto che dette celle di reazione (201) comprendono una guarnizione di tenuta (207) ricoprente una sola faccia di detta porzione perimetrale (208) di dette lastre bipolari conduttive (203), detta guarnizione di tenuta (207) realizzando una sede per un rispettivo elemento reticolato elettricamente conduttivo (206).

17. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 14-16, caratterizzato dal fatto di comprendere una pluralità di celle addizionali (202), ciascuna cella addizionale (202) essendo interposta fra una coppia di celle di reazione (201) e comprendendo una porzione perimetrale rigida (202a) ed una porzione centrale cava (202b), detta porzione perimetrale rigida (202a) fungendo da superficie di separazione per detti reagenti gassosi e detta porzione centrale cava (202b) realizzando una sede per un rispettivo elemento reticolato elettricamente conduttivo (206).

mu

18. Generatore secondo la rivendicazione 17, caratterizzato dal fatto che detta porzione perimetrale rigida (202a) è dotata di aperture di alimentazione (214a₁, 214a₂) per l'alimentazione di detti reagenti gassosi, di aperture di scarico (214b₁, 214b₂) per lo scarico dei prodotti di reazione e dei reagenti residui e di aperture laterali (215) per il passaggio di detto fluido di raffreddamento.

19. Generatore secondo la rivendicazione 17 o 18, caratterizzato dal fatto che detta porzione perimetrale rigida (202a) è ricoperta su ciascuna faccia da una guarnizione (217), detta guarnizione (217) definendo su ciascuna faccia di detta porzione perimetrale rigida (202a) una zona di raccolta dei reagenti gassosi (218a) posta in corrispondenza di dette aperture di alimentazione (214a₁, 214a₂) di detta porzione perimetrale rigida (202a), una zona di raccolta dei prodotti di reazione e dei reagenti residui (218b) posta in corrispondenza di dette aperture di scarico (214b₁, 214b₂) di detta porzione perimetrale rigida (202a), un canale di alimentazione (219) per collegare una di dette aperture di alimentazione (214a₁, 214a₂) a detta zona di raccolta dei reagenti gassosi (218a), un canale di scarico (220) per collegare detta zona di raccolta dei prodotti di reazione e dei reagenti residui (218b) ad una di dette aperture di scarico (214b₁, 214b₂).

20. Generatore secondo la rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto che detta guarnizione (117) sigilla detta zona di raccolta dei reagenti gassosi (218a) e detta zona di raccolta dei prodotti di reazione e dei reagenti residui (218b) in modo da impedire il passaggio di detti reagenti

gassosi e di detti prodotti di reazione ed eventuali reagenti residui all'interno di detta cella addizionale (202).

21. Generatore secondo la rivendicazione 19 o 20, caratterizzato dal fatto che in configurazione filtro-prensa detta zona di raccolta dei reagenti gassosi (218a) è sovrapposta a detti primi fori calibrati (213a) e detta zona di raccolta dei prodotti di reazione e dei reagenti residui (218b) è sovrapposta a detti secondi fori calibrati (213b).

22. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 19-21, caratterizzato dal fatto che detti fori calibrati di iniezione fluido (230) sono posti al di sotto di detti primi fori calibrati (213a) e che detta guarnizione (217) definisce su ciascuna faccia di detta porzione perimetrale rigida (202a) un canale di raccolta fluido (221) posto al di sotto di dette aperture di alimentazione (214a₁, 214a₂) di dette celle addizionali (202).

23. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 19-21, caratterizzato dal fatto che detti fori calibrati di iniezione fluido (230) sono interposti fra dette aperture di alimentazione (208a₁, 208a₂) di dette lastre bipolari (203) e detti primi fori calibrati (113a, 113b) e che detta guarnizione (217) definisce su ciascuna faccia di detta porzione perimetrale rigida (202a) un canale di raccolta fluido (221) interposto fra dette aperture di alimentazione (214a₁, 214a₂) di detta cella addizionale (202) e detta zona di raccolta dei reagenti gassosi (118a).

24. Generatore secondo la rivendicazione 22 o 23, caratterizzato dal fatto che in configurazione filtro-prensa detto canale di raccolta fluido (221) è sovrapposto a detti fori calibrati di iniezione fluido (230).

mm

25. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 19-21, caratterizzato dal fatto che dette celle addizionali (202) comprendono un primo ed un secondo canale laterale di raccolta fluido (222, 223) collegati a dette aperture laterali (215) di dette celle addizionali (202) e posti al di sopra di dette aperture di scarico (214b₁, 214b₂) di dette celle addizionali (202) e che detto fluido di raffreddamento prima di raggiungere detti fori di iniezione fluido (230) passa attraverso detto primo e secondo canale laterale di raccolta fluido (222, 223) per poi attraversare tutta la superficie di detto rispettivo elemento reticolato elettricamente conduttivo (206) preriscaldandosi in controcorrente o in equicorrente rispetto ad almeno un flusso gassoso entrante in dette celle di reazione (201).

26. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 19-21, caratterizzato dal fatto che dette celle addizionali (202) comprendono:

- un primo ed un secondo canale laterale di raccolta fluido (224, 225) collegati a dette aperture laterali (215) di dette celle addizionali (202) e posti al di sopra di dette aperture di scarico (214b₁, 214b₂) di dette celle addizionali (202);

- un terzo ed un quarto canale laterale di raccolta fluido (226, 227) collegati a dette aperture laterali (215) di dette celle addizionali (202) e posti al di sotto di dette aperture di alimentazione (214a₁, 214a₂) di dette celle addizionali (202);

- un canale di raccolta fluido (221) interposto fra dette aperture di alimentazione (214a₁, 214a₂) di dette celle addizionali (202) e detta zona di raccolta dei reagenti gassosi (218a) e collegato a dette aperture laterali (215) di dette celle addizionali (202);



mm

e che detto fluido di raffreddamento prima di raggiungere detti fori di iniezione fluido (230) entra attraverso detto primo e secondo canale laterale di raccolta fluido (224, 225) per poi attraversare tutta la superficie di detto rispettivo elemento reticolato elettricamente conduttivo (206), preriscaldandosi in controcorrente o in equicorrente rispetto ad almeno un flusso gassoso entrante in dette celle di reazione (201), detto fluido di raffreddamento uscendo poi da detto terzo e quarto canale laterale di raccolta fluido (226, 227);

e che in configurazione filtro-prensa detto canale di raccolta fluido (221) è sovrapposto a detti fori calibrati di iniezione fluido (230).

27. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto fluido di raffreddamento è acqua liquida.

28. Generatore elettrochimico a membrana, sostanzialmente come descritto con riferimento alle figure annesse.

NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.


Michele Tettamanti, Vice Presidente



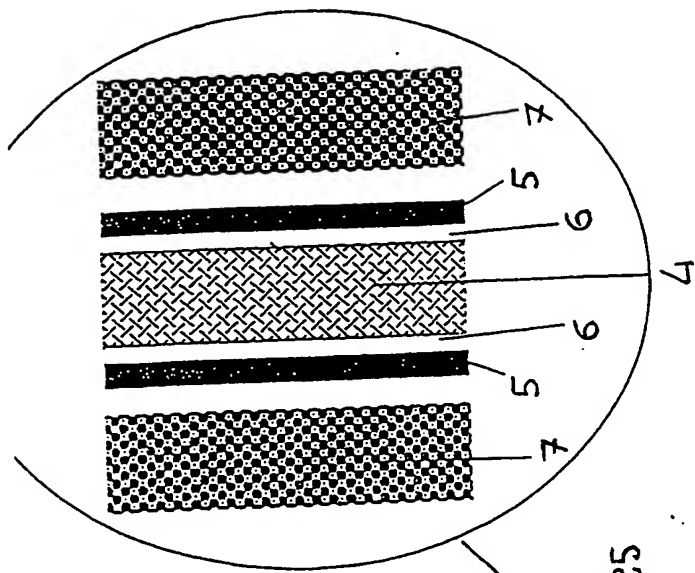
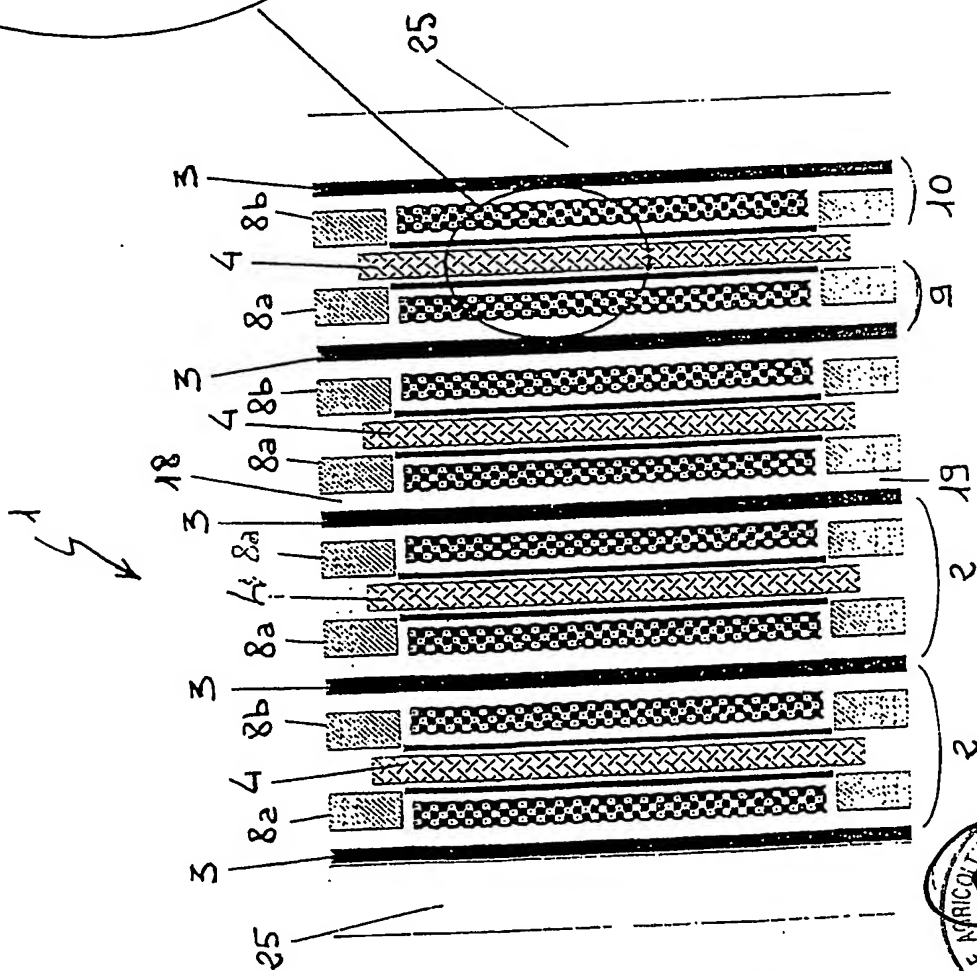
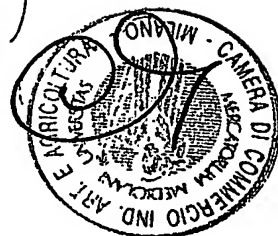


FIG 1



MI 2002 A 0 0 1 3 3 8



NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti
Michele Tettamanti, Vice Presidente

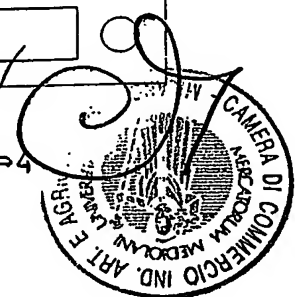
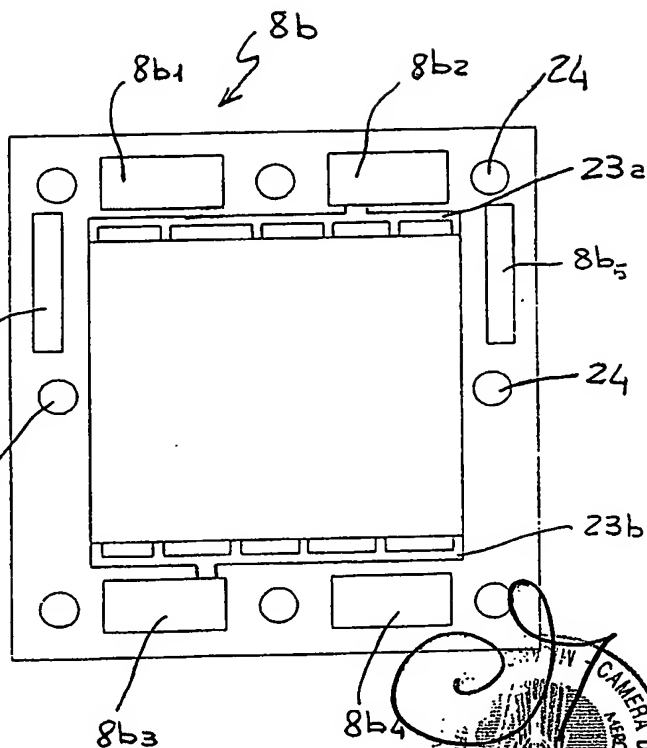
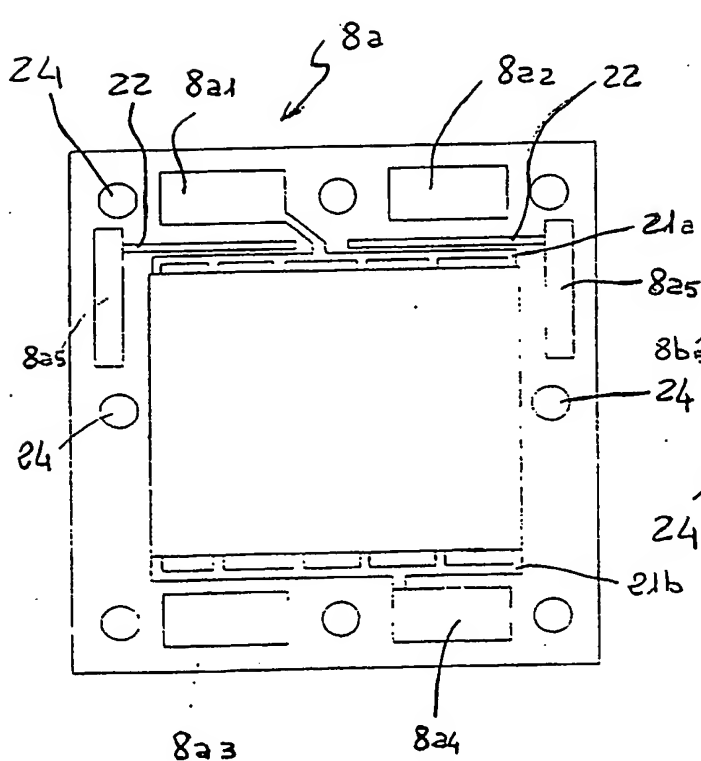
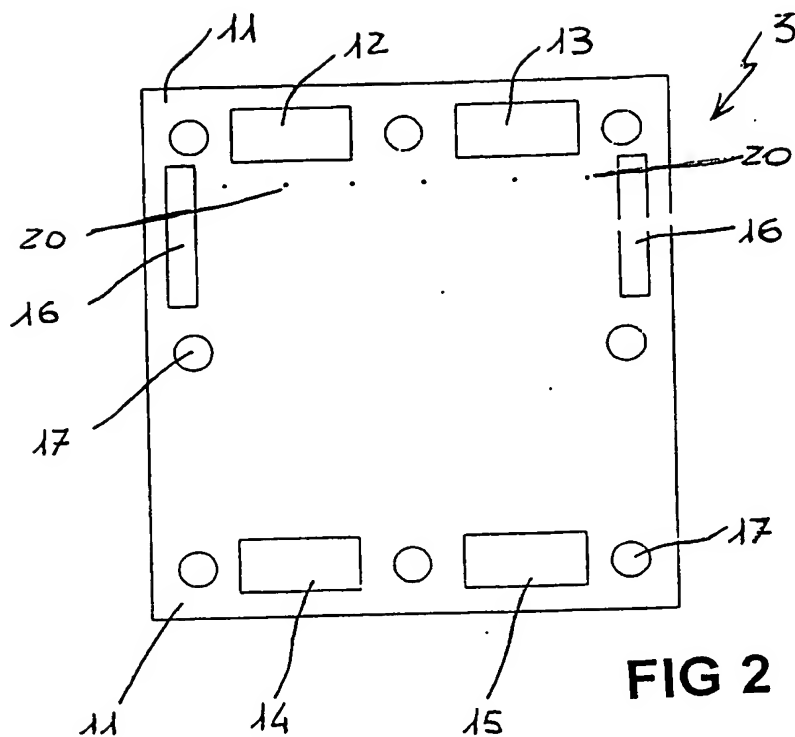


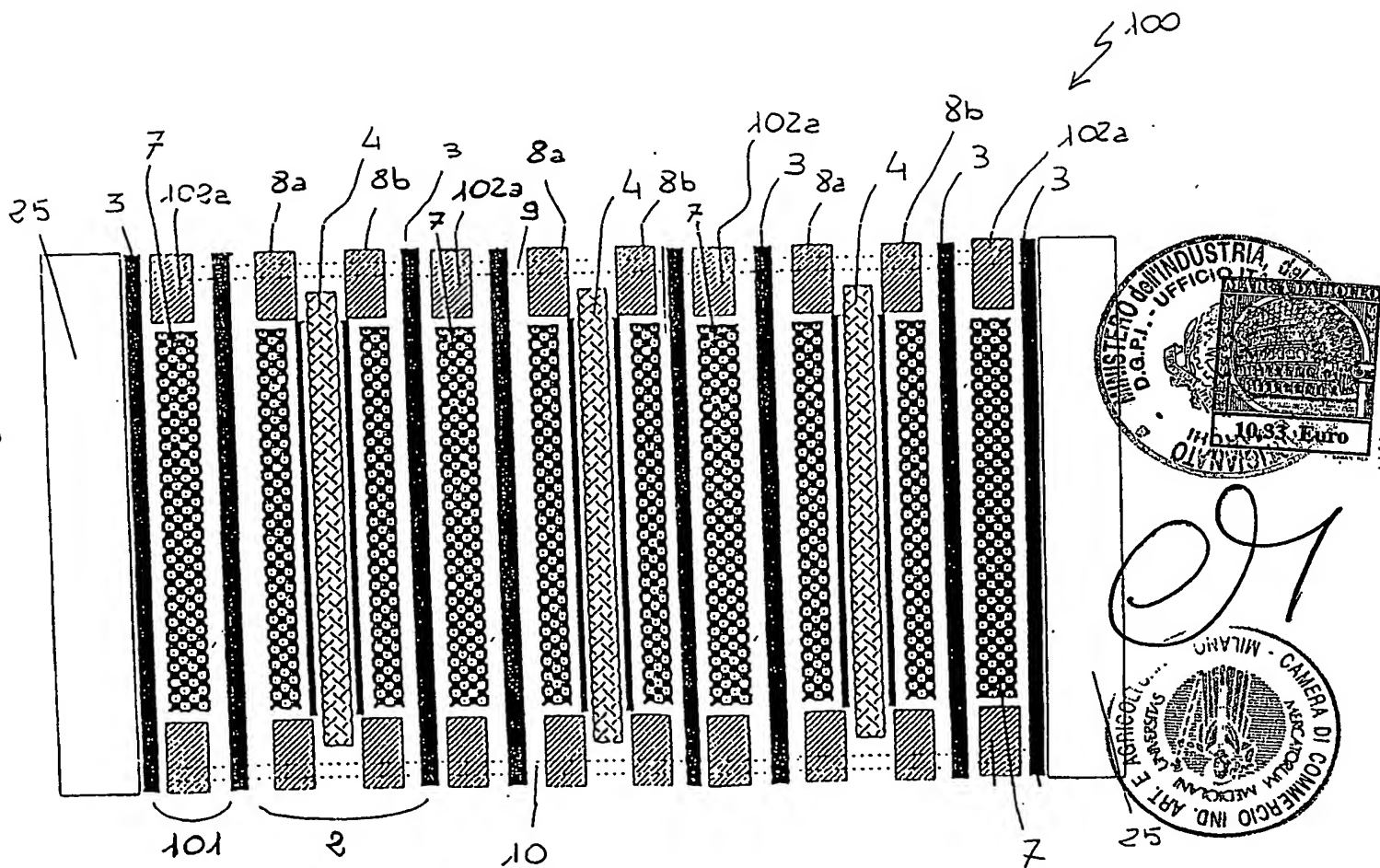
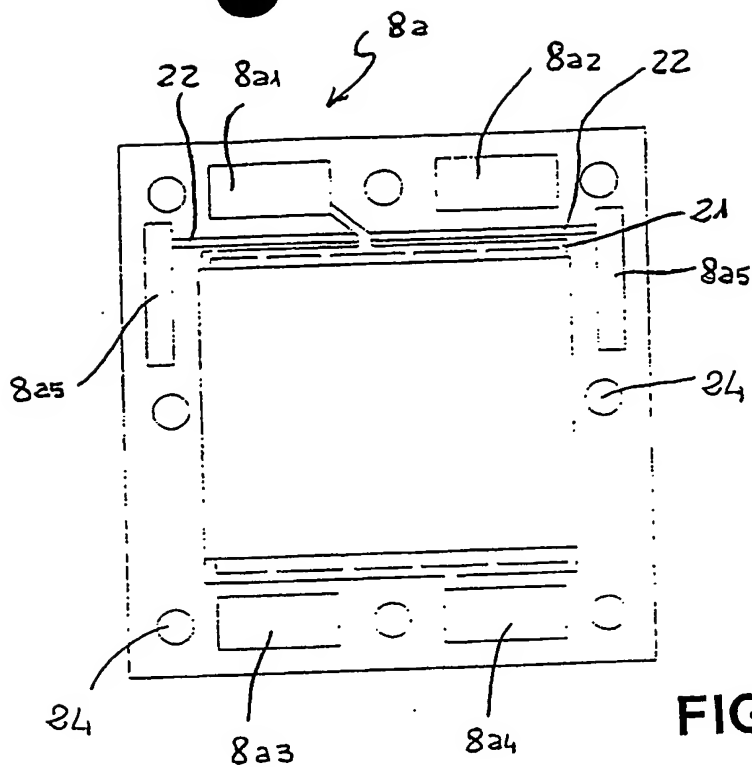
FIG 3a

MI 2002 A 001338

FIG 3b

NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti
Michele Tettamanti, Vice Presidente



MI 2002 A 001338

FIG 4

NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti, Vice Presidente

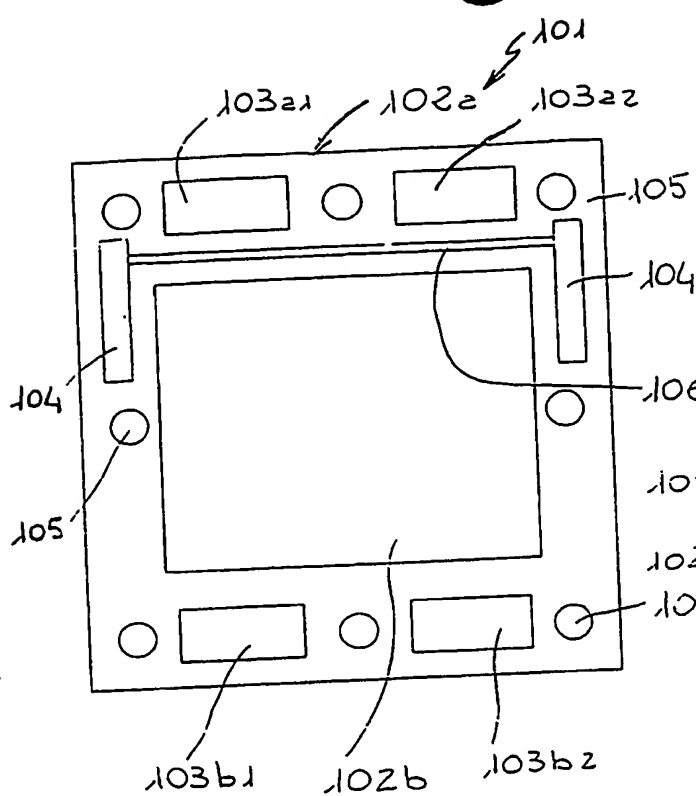


FIG 5a

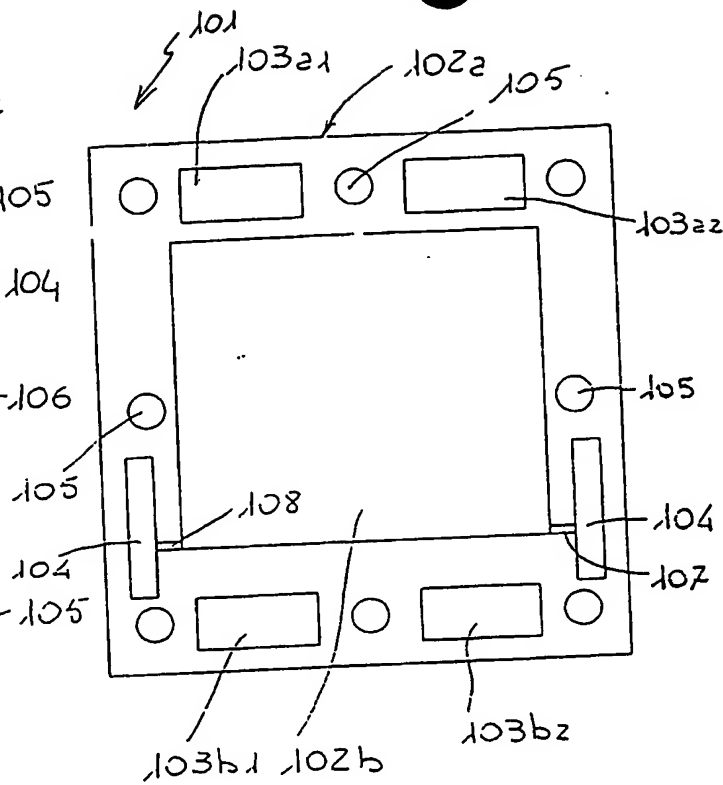


FIG 5b

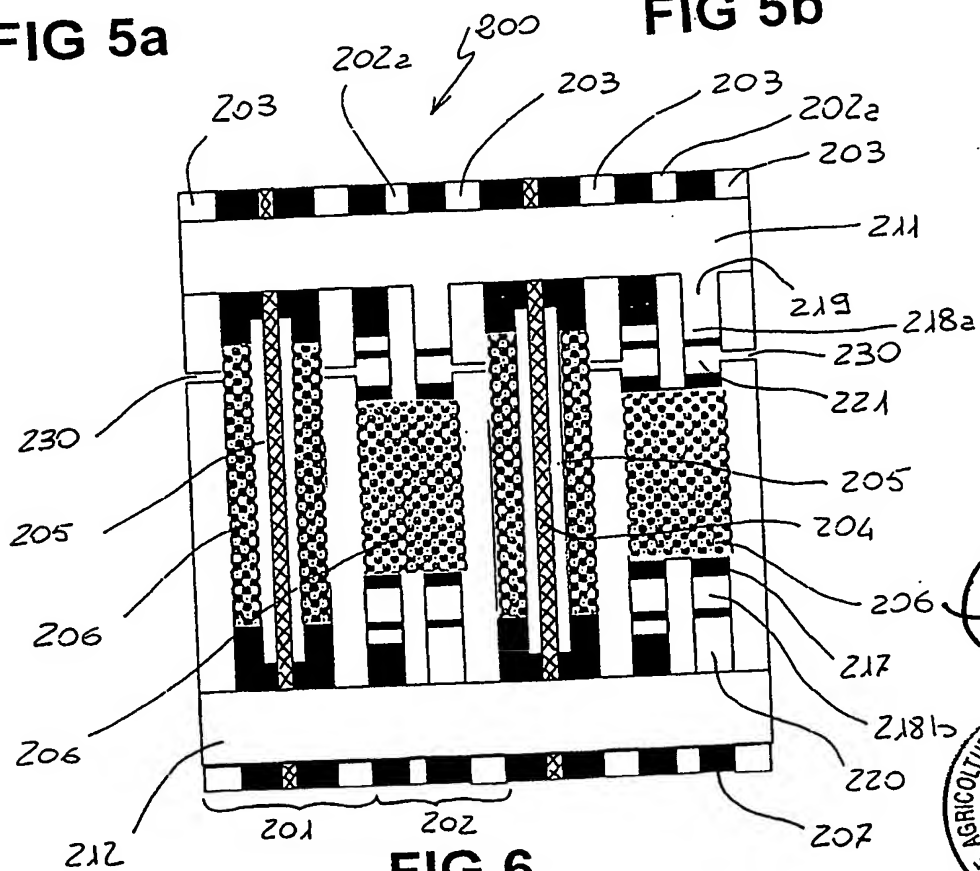


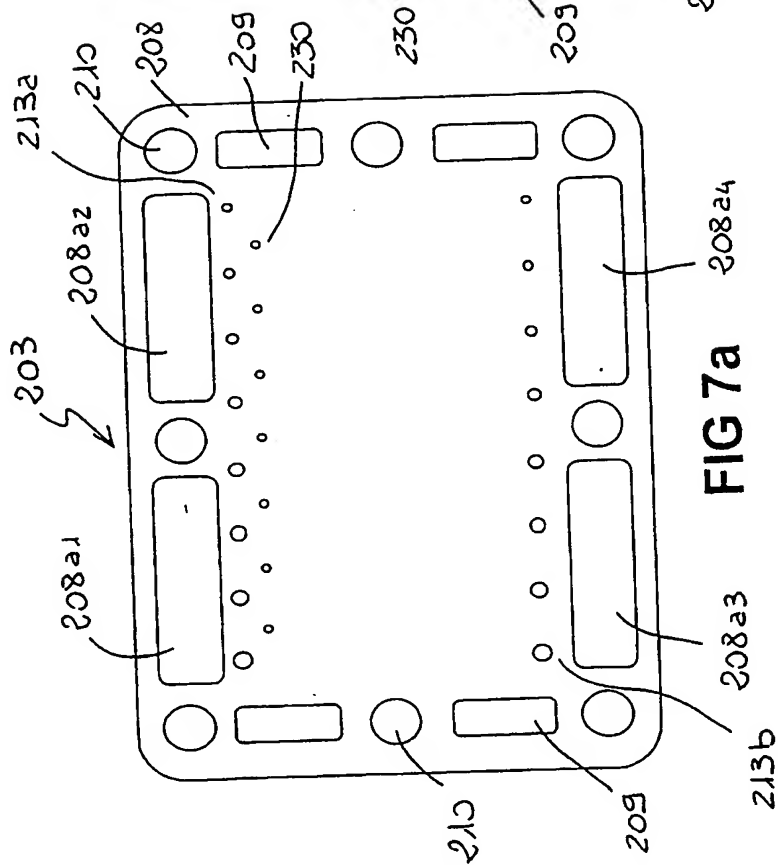
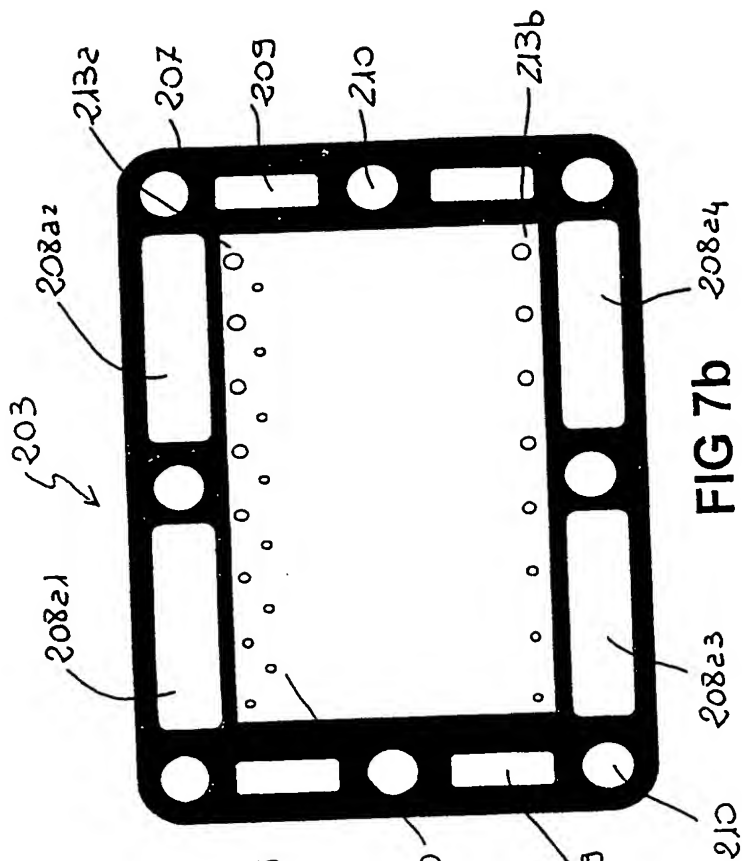
FIG 6



MI 2002A 001338

NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti
Michele Tettamanti, Vice Presidente



MI 2002A 001338

NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti
Michele Tettamanti, Vice Presidente



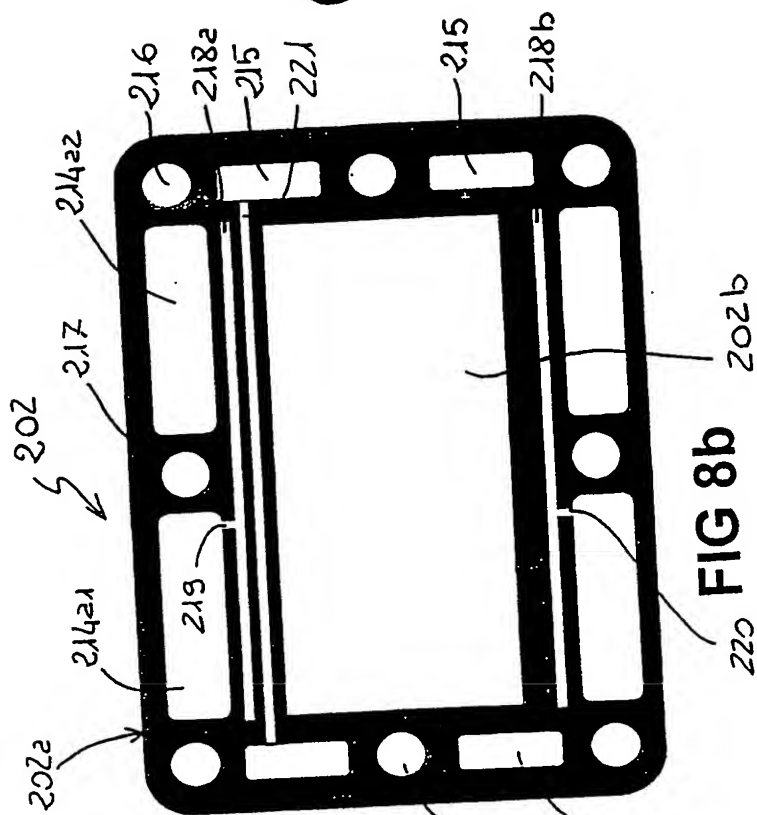


FIG 8b

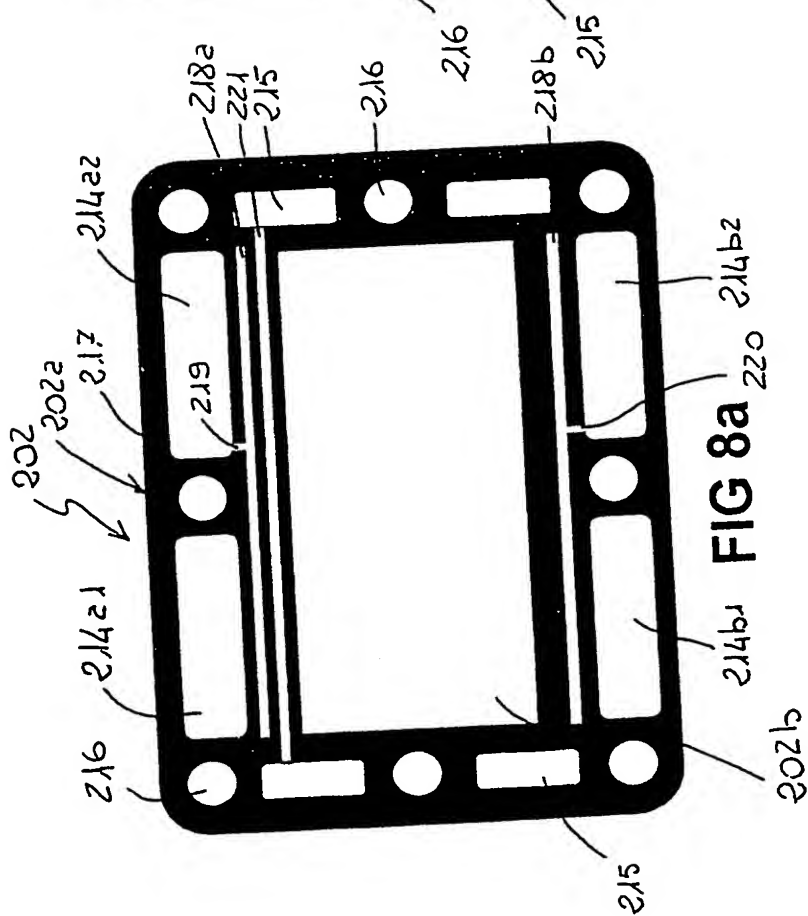
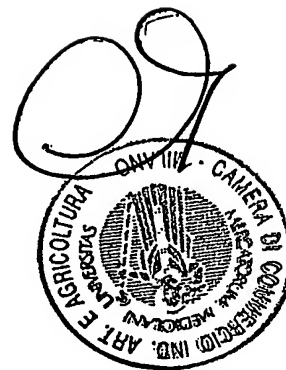


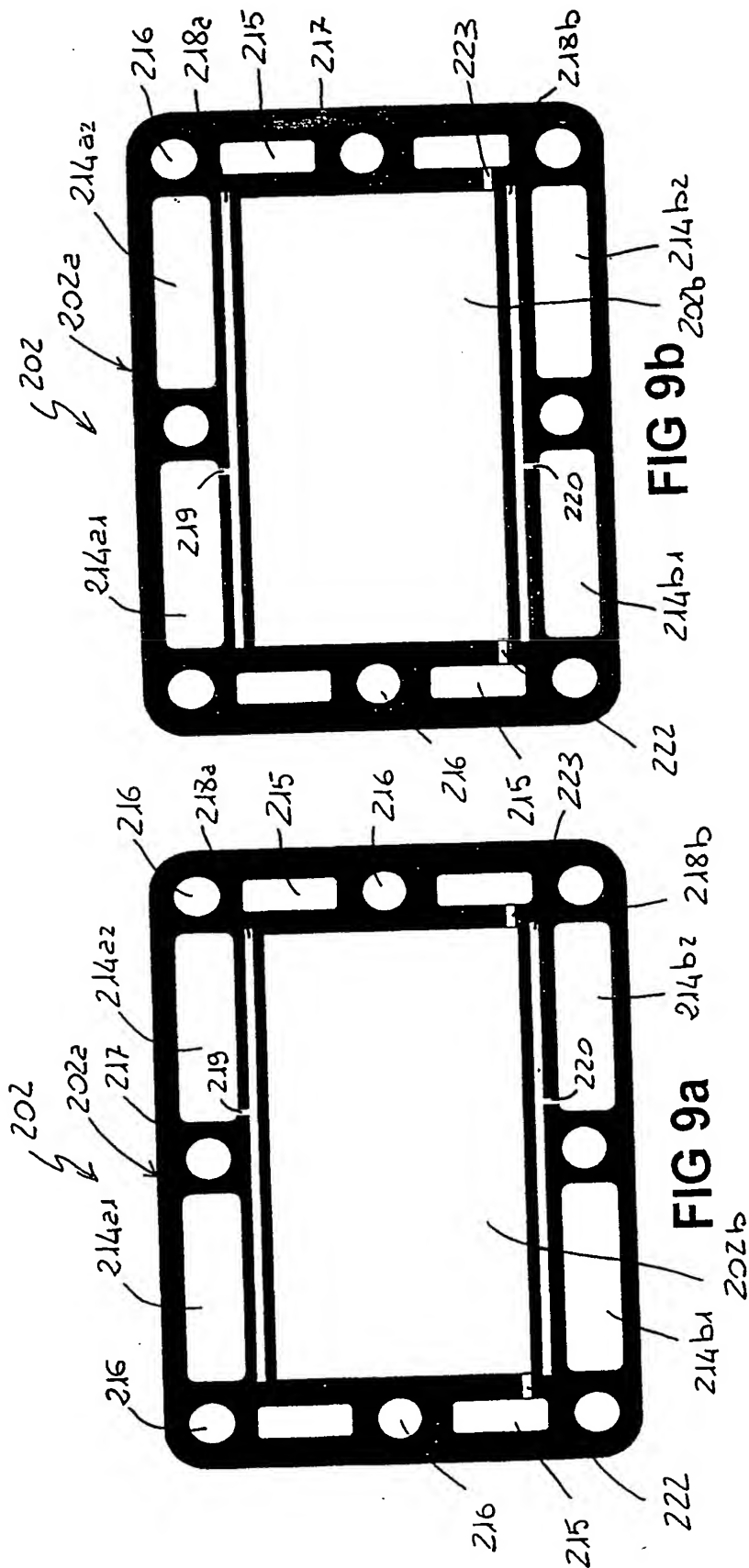
FIG 8a



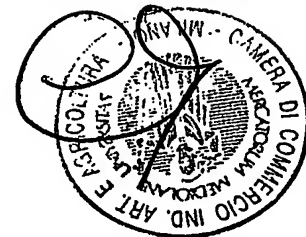
MI 2002 A 0 0 1 3 3 8

NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti
Michele Tettamanti, Vice Presidente



MI 2002A 001338



NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti
Michele Tettamanti, Vice Presidente

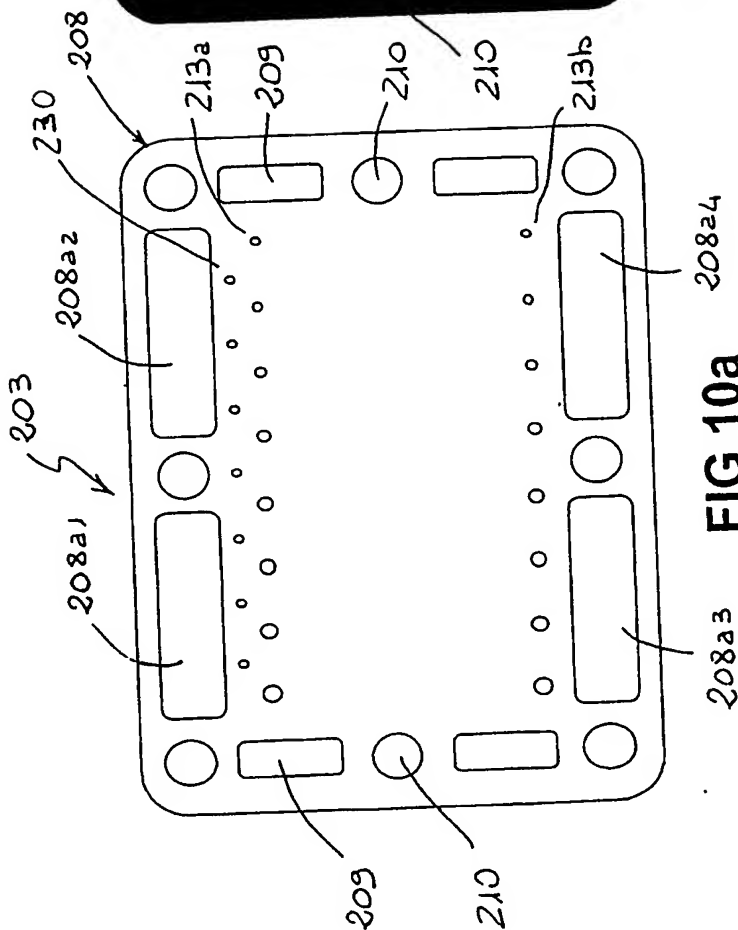


FIG 10a

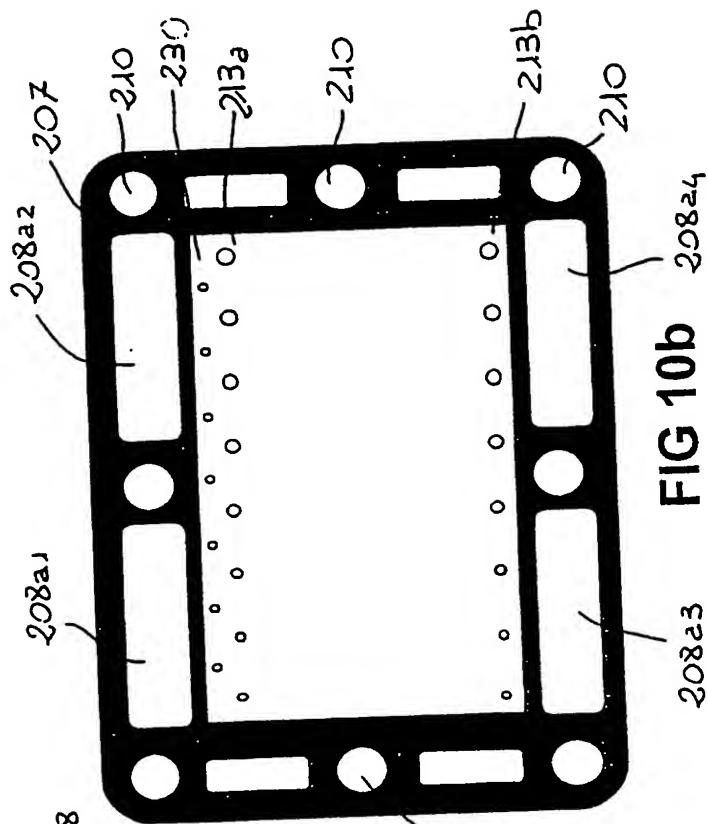
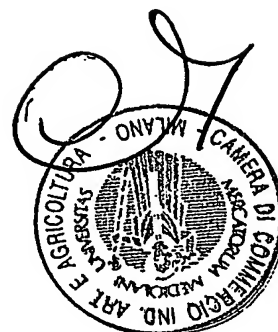


FIG 10b

MI 2002A 001338



NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti
Michele Tettamanti, Vice Presidente

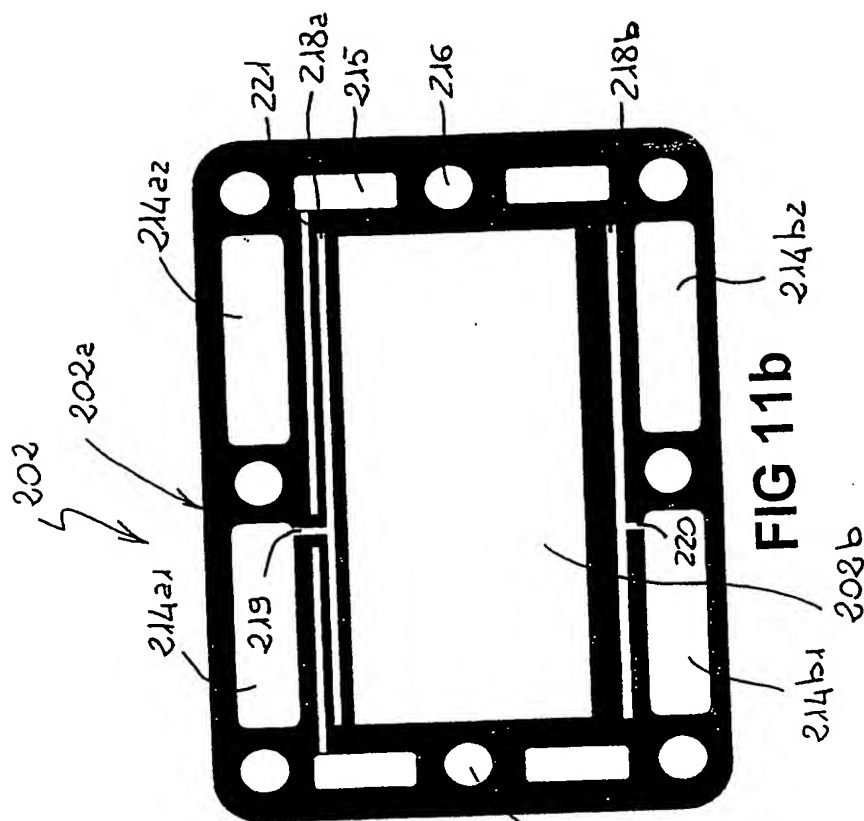


FIG 11b

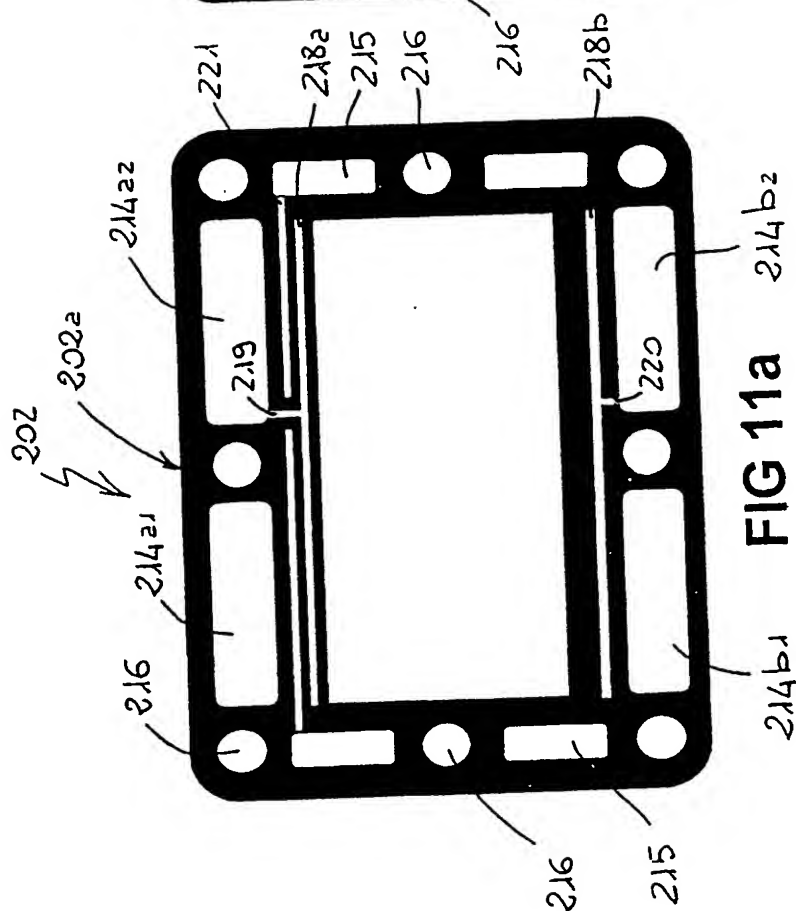
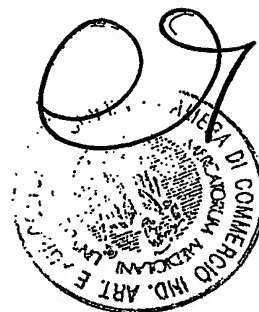


FIG 11a

MI 2002A 001338



NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti
Michele Tettamanti, Vice Presidente

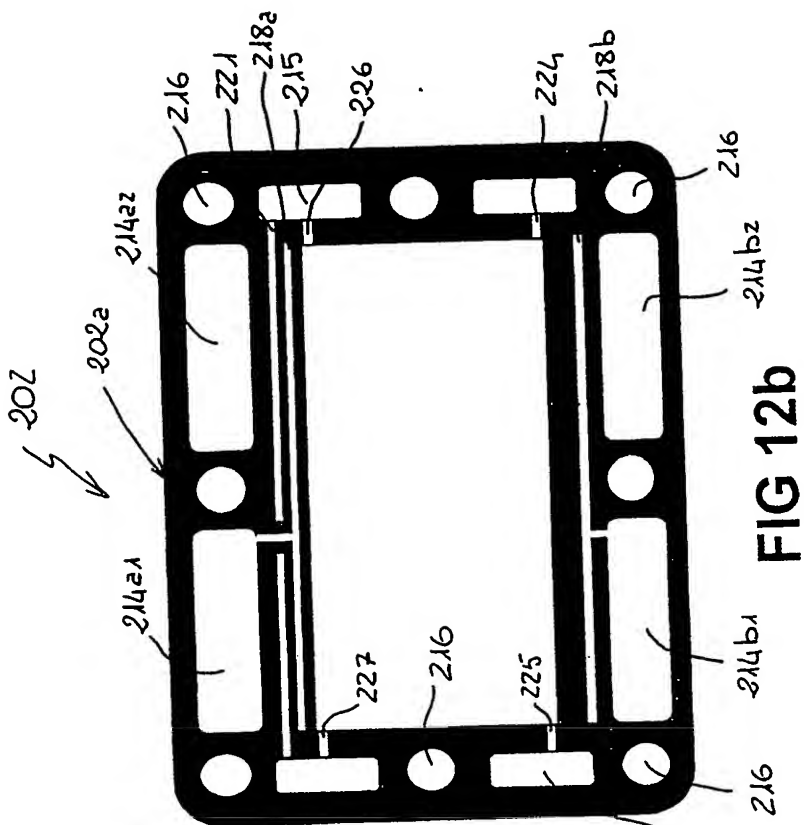


FIG 12b

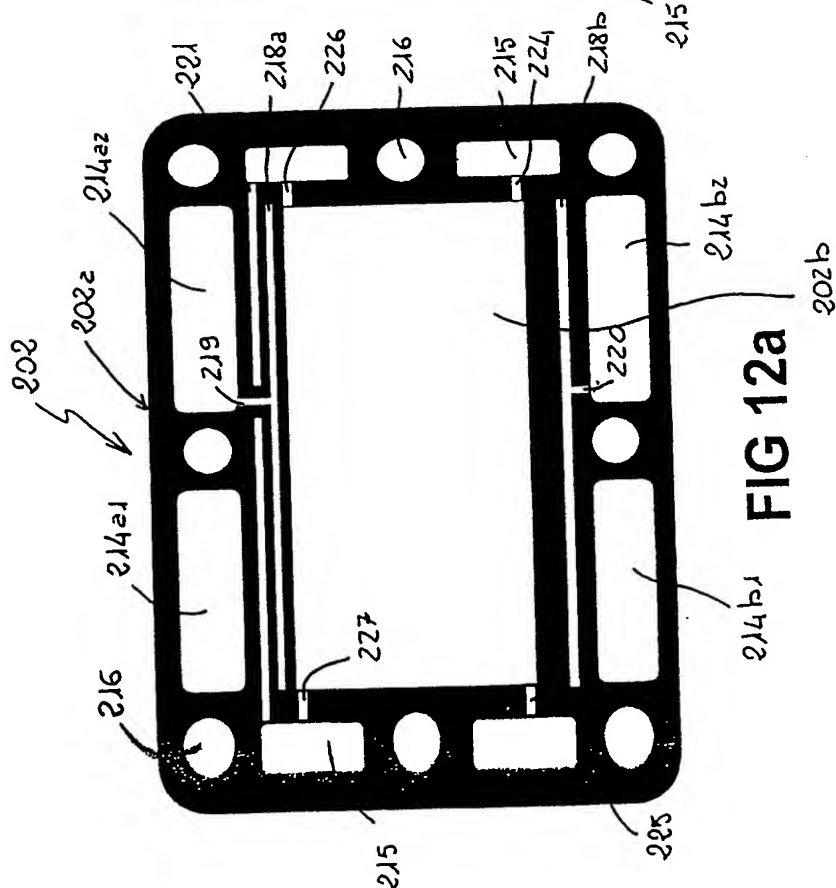
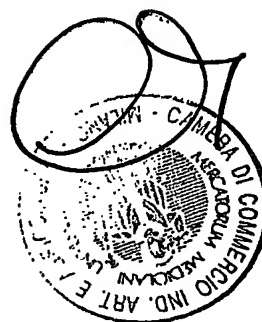


FIG 12a

MI 2002A 001338



NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti
Michele Tettamanti, Vice Presidente